

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-072565

(43)Date of publication of application : 12.03.2003

(51)Int.Cl.

B62D 5/04  
 F16C 3/03  
 F16D 3/06  
 F16H 1/16  
 H02K 7/116

(21)Application number : 2001-263449

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 31.08.2001

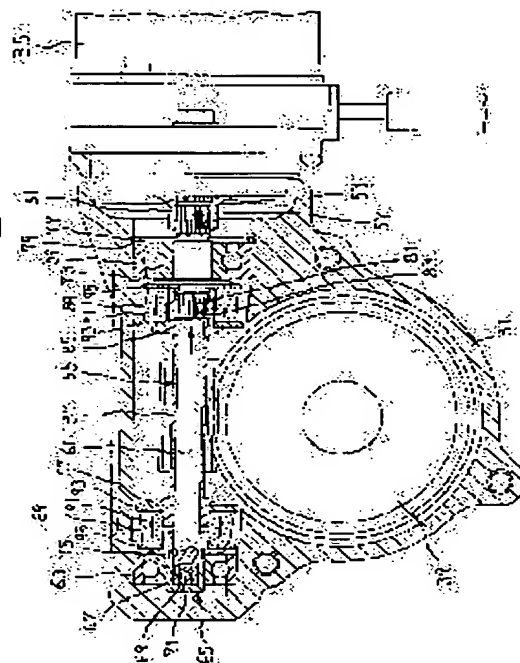
(72)Inventor : SEGAWA TORU  
 CHIKARAISHI KAZUO

## (54) ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electric power steering device in which adequate preload can be applied to bearings even when a worm and a worm shaft are supported elastically by the bearings.

**SOLUTION:** The worm shaft 55 comprises a first shaft 61 that is relatively long and supported by a first bearing 59 on the base end side and a second shaft 65 that is relatively short and supported by a second bearing 63 on the tip end side. A tip end of the first shaft 61 slidably fits into a bottomed hole 67 drilled at a shaft center of the second shaft 65. Furthermore, as for the first shaft 61, a spring holding hole 69 is drilled at the tip end thereof. A compression coil spring 71 is contained in the spring holding hole 69 under compression of a predetermined volume.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application  
 converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
 of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY



## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] It is electric power-steering equipment to which transmit the driving force of an electric motor to a steering shaft through a worm moderation device, and steering assistance is made to perform. An electric motor, The worm shaft which was connected with the shaft of this electric motor possible [ \*\*\*\*\* ] only for shaft orientations, and was supported by the 1st and 2nd bearing free [ rotation ], While gearing with the worm formed in the periphery of this worm shaft to this worm It has the worm gear connected with the steering shaft. Said worm shaft as a component Electric power-steering equipment characterized by having an energization means to generate the energization force of making shaft orientations estranging the 1st shaft supported by said 1st bearing, the 2nd shaft supported by said 2nd bearing, and the 1st shaft and the 2nd shaft concerned concerned.

[Claim 2] Electric power-steering equipment according to claim 1 characterized by said energization means being the compression coil spring infixed between said 1st shaft and said 2nd shaft.

[Claim 3] Electric power-steering equipment according to claim 1 characterized by said energization means being the disk spring infixed between said 1st shaft and said 2nd shaft.

[Claim 4] Electric power-steering equipment given in any 1 term of claims 1-3 characterized by having a buffer means to perform the buffer at the time of the reversal of the migration direction to the worm shaft concerned of the worm concerned while said worm was attached outside said worm shaft possible [ \*\*\*\*\* ] in the predetermined successive range at shaft orientations.

[Claim 5] Electric power-steering equipment according to claim 4 characterized by said buffer means being the elastic body infixed between said worms and said worm shafts.

[Claim 6] Electric power-steering equipment according to claim 4 characterized by being the magnetic repulsion device in which said buffer means was infixed between said worms and said worm shafts.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electric power-steering equipment which has a warm moderation device, and relates to the technique of giving proper precompression especially to the bearing for warm shaft support.

[0002]

[Description of the Prior Art] By the steering system of an automobile, the so-called power-steering equipment to which steering assistance is made to perform using the source of external power is adopted widely. Conventionally, as a source of power for power-steering equipments, the hydraulic pump of a vane method was used and there was much what drives this hydraulic pump with an engine. However, since this kind of power-steering equipment had large drive loss of the engine by always driving a hydraulic pump (it sets at the time of the maximum load, and is several horsepower - about 10 horsepower), the adoption to the light car of small displacement etc. was difficult, and falling, so that transit fuel consumption cannot be comparatively disregarded by automobile of large displacement, either was not avoided.

[0003] Then, the electric power-steering equipment (it is described as Electric Power Steering and Following EPS) which makes an electric motor the source of power attracts attention in recent years as what solves these problems. In order to use a mounted dc-battery for the power source of an electric motor, there is no drive loss of a direct engine, and since an electric motor is started by EPS only at the time of steering assistance, the fall of transit fuel consumption is also suppressed by it, and also there are the features, like electronics control can carry out very easily in it.

[0004] EPS is classified into a column assistant mold, a pinion assistant mold, etc. according to the wearing part of an electric motor, and assistance is performed to a steering shaft, steering gear pinion, etc. according to the form. In EPS of a column assistant mold, a part of steering column is formed of a reduction gearbox, and the electric motor is attached in this reduction gearbox. After rotation of an electric motor is slowed down according to the power means-of-communication slack worm moderation device contained by the reduction gearbox, it is transmitted to the main shaft which forms a part of steering shaft.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When a warm moderation device is adopted as a power means of communication, it is necessary to set up moderate backlash between the tooth flanks of a worm and a worm gear. For example, if backlash is too small, in the gearing gear teeth, the return of a handle will worsen competition according to increase of a lifting and friction torque. on the other hand, the tooth flank of a worm and the tooth flank of a worm gear collide at the time of steering reversal and bad road transit, and comparatively big, although competition of gear teeth etc. will not be produced if backlash is large beyond the need -- it strikes and a sound arises. Tone quality changes also with the quality of the material of the gear with which a sound gears, or rigidity by striking, and it is in the inclination which becomes so large that backlash is large. When especially both worms and worm gears are made from steel, it strikes, and a sound turns into a jarring impulsive sound and gives an operator displeasure.

[0006] So, while making a worm hold movable in the direction of an axial right angle in housing, a worm is forced on a wheel by the elastic member, and, thereby, what loses the backlash leading to a blow sound itself is proposed by JP,10-281235,A. However, in EPS, steering is a slight amount, and power assistance is not performed so that reversal may wind and it may prevent control hunting etc. at the time of \*\*\*\*\* rectilinear-propagation transit, but only the control force from a steering wheel is transmitted to an output shaft. in this case, the above -- when the configuration which forces the tooth flank of a worm on the tooth flank of a worm gear is taken like equipment before, competition will take place between the gearing tooth flanks, and the problem to which actuation torque becomes very large and the operability and return nature (return) of a

steering wheel worsen arises.

[0007] Then, in JP,11-43062,A, JP,11-171027,A, etc., while this invention person etc. made the worm hold movable to shaft orientations to housing, he made the elastic body infix between the worm shafts and bearing which were united with the worm, he buffered, moving a worm to shaft orientations by this, when the tooth flank of a worm and the tooth flank of a worm gear collide, and proposed what reduces impulsive sound. Furthermore, this invention person etc. made the elastic body infix between a worm and bearing, he buffered, moving a worm to shaft orientations by this, when the tooth flank of a worm and the tooth flank of a worm gear collide, and developed what reduces impulsive sound more by lightweight-ization of a worm while only shaft orientations carried out outer fitting of the worm of a low quality amount to the worm shaft movable.

[0008] However, proper precompression was not able to be given to bearing when the configuration in which an elastic body is made to infix between a worm shaft (or worm) and bearing in this way was taken. Usually, although it is necessary to give the precompression of the specified quantity to bearing and to carry out the pressure welding of an inside-and-outside ring and the rolling element in order to aim at allophone prevention from bearing, and improvement in a bearing life when using a deep groove ball bearing etc. for support of a worm shaft, the value of precompression is determined by the rigidity (spring constant) of an elastic body with this configuration. Therefore, in order to give proper precompression, it will be desirable to use the elastic body of comparatively high rigidity, but when the buffer engine performance at the time of the collision with a worm and a worm gear was taken into consideration, rigidity of an elastic body was not able to be recklessly made high. That is, when sufficient control of the collision sound of the tooth flank of a worm and the tooth flank of a worm gear is realized, the rigidity of an elastic body cannot be set as the value to which proper precompression is given by bearing, but it is obliged to the fall of the allophone from bearing, or a bearing life.

[0009] This invention carries out the purpose of offering the electric power-steering equipment which enabled it to give proper precompression to bearing, when it is made in view of the above-mentioned situation and elastic support of a worm or the worm shaft is carried out to bearing.

[0010]

[Means for Solving the Problem] It is electric power-steering equipment to which transmit the driving force of an electric motor to a steering shaft through a worm moderation device, and steering assistance is made to perform in order to solve the above-mentioned technical problem in invention of claim 1. An electric motor, The worm shaft which was connected with the shaft of this electric motor possible [ \*\*\*\*\* ] only for shaft orientations, and was supported by the 1st and 2nd bearing free [ rotation ], While gearing with the worm formed in the periphery of this worm shaft to this worm It has the worm gear connected with the steering shaft. Said worm shaft as a component What has an energization means to generate the energization force of making shaft orientations estranging the 1st shaft supported by said 1st bearing, the 2nd shaft supported by said 2nd bearing, and the 1st shaft and the 2nd shaft concerned concerned is proposed.

[0011] Moreover, in invention of claim 2, what is the compression coil spring with which said energization means was infix between said 1st shaft and said 2nd shaft is proposed in the electric power-steering equipment of claim 1.

[0012] Moreover, in invention of claim 3, what is the disk spring by which said energization means was infix between said 1st shaft and said 2nd shaft is proposed in the electric power-steering equipment of claim 1.

[0013] Moreover, in invention of claim 4, in the electric power-steering equipment of claims 1-3, while said worm is attached outside said worm shaft possible [ \*\*\*\*\* ] in a predetermined successive range at shaft orientations, the thing equipped with a buffer means to perform the buffer at the time of the reversal of the migration direction to the worm shaft concerned of the worm concerned is proposed.

[0014] Moreover, in invention of claim 5, what is the elastic body with which said buffer means was infix between said worms and said worm shafts is proposed in the electric power-steering equipment of claim 4.

[0015] Moreover, in invention of claim 6, what is the magnetic repulsion device in which said buffer means was infix between said worms and said worm shafts is proposed in the electric power-steering equipment of claim 4.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, some operation gestalten of this invention are explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the side elevation showing a part for the vehicle room flank of the steering system concerning the 1st operation gestalt, and the sign 1 in this drawing shows the steering column by which inclination arrangement was carried out. The steering column 1 consists of an upper steering column 7 made from a steel pipe (it is hereafter called an upper column for short) fixed to the car-body side member 5 through the upper bracket 3 made from a steel plate, and a reduction gearbox 11 of the aluminum containing alloy cast fixed to the car-body side member 5 through the lower bracket 9 made from a steel plate.

[0017] Although the impact absorber style (colla tempestade PUSHIBURU device) is included in the steering

system of this operation gestalt, the resin pin which is not illustrated at the time of a secondary collision etc. fractures and the upper column 7 falls out, since it becomes complicated, the detail is omitted. The member shown with the sign 13 is the bellows made from a steel plate for striking-energy absorption infixed between the upper column 7 and the reduction gearbox 11 among drawing.

[0018] The upper steering shaft 15 is supported free [ rotation ], and the main shaft 17 is supported by the upper column 7 free [ rotation ] at the reduction gearbox 11. Moreover, while the back end of the upper steering shaft 15 is equipped with a steering wheel 19, the lower steering shaft 23 is connected with the front end of a main shaft 17 through the universal joint 21.

[0019] The reduction gearbox 11 consists of a gearbox body 31 which the bellows 13 made from a steel plate fixed to upper limit, and gearbox covering 33 by which bolting was carried out to a lower bracket 9 and \*\* at the gearbox body 31. An electric motor 35 is attached in the side face, and also the warm moderation device and torque sensor (not shown) which consist of a worm 37 or worm-gear 39 grade are built in the gearbox body 31. Moreover, the bearings 41 and 43 of an order pair are held in order to support a main shaft 17 to the gearbox covering 33, enabling free rotation.

[0020] Drawing 2 is drawing of longitudinal section of a reduction gearbox. As shown in this drawing, the female serration 53 is drilled and the shaft 51 of an electric motor 35 has fitted in free [ sliding of the male serration 57 formed in that axis at the edge of the warm shaft 55 at this female serration 53 ]. In addition, in the expedient top of explanation, and drawing 2, right-hand side is made into a end face side, and left-hand side is made into a tip side.

[0021] The warm shaft 55 consists of the 1st long shaft 61 and the 2nd shaft 65 of comparatively short length supported by the 2nd bearing 63 by the side of a tip (deep groove ball bearing) supported by the 1st bearing 59 (deep groove ball bearing) by the side of a end face (electric motor 35 side) comparatively, and the tip of the 1st shaft 61 is inserting it in \*\*\*\*\* 67 drilled in the axis of the 2nd shaft 65 free [ sliding ]. Moreover, the spring maintenance hole 69 is drilled at that tip by the 1st shaft 61, and it is contained by this spring maintenance hole 69 where specified quantity compression of the energization means slack compression coil spring 71 of this operation gestalt is carried out.

[0022] The sign 73 in drawing 2 shows the flange formed in the part of the end face approach of the 1st shaft 61, and this flange 73 is in contact with the inner ring of spiral wound gasket of the 1st bearing 59. Moreover, the sign 75 shows the flange formed in the 2nd shaft 65, and this flange 75 is in contact with the inner ring of spiral wound gasket of the 2nd bearing 63. Among drawing, the member shown with the sign 77 is the snap ring which stops the outer ring of spiral wound gasket of the 1st bearing 59, and is inserted in the circular sulcus 79 formed in the gearbox body 31.

[0023] While the worm 37 in the air is attached outside free [ shaft-orientations sliding ], the female serration 83 which the male serration 81 was formed near the flange 73, and was formed in the edge of a worm 37 at this male serration 81 has fitted into the 1st shaft 61.

[0024] The 1st flange 85 is formed in warm 37 at that end face side, and the buffer means slack rubber damper 89 of this operation gestalt is infixed between this 1st flange 85 and the flange 73 of the 1st shaft 61. The rubber dampers 89 are the both ends of the body 91 of a damper made from synthetic rubber, and the body of a damper from the washers 93 and 95 made from a steel plate by which vulcanization adhesion was carried out. Moreover, the 2nd flange 97 is formed in the worm 37 at that tip side, and the rubber damper 89 is infixed also between this 2nd flange 97 and the flange 75 of the 2nd shaft 65.

[0025] Hereafter, an operation of the 1st operation gestalt is described. If an operator rotates a steering wheel 19, it will be transmitted to the steering gear which the turning effort does not illustrate through the upper steering shaft 15 and a main shaft 17, and a lower steering shaft 23. In steering gear, the rack-and-pinion device in which a rotation input is changed into rectilinear motion etc. is built in, the rudder angle of a wheel is changed through a tie rod, and steering is performed. Under the present circumstances, based on a detecting signal, the vehicle speed, etc. of a torque sensor which are not illustrated, an electric motor 35 rotates with predetermined running torque towards one of right reverse, that rotation is transmitted to a main shaft 17 through a reduction gear device, and, thereby, steering assistance is performed.

[0026] Now, when an operator reverses the steering direction during transit of an automobile or the vibration from a road surface inputs, a worm gear 39 is reversed, and the tooth flank of a worm gear 39 collides with the tooth flank of a worm 37, after only the part of backlash moves idly. however — this operation gestalt — warm one — since the rubber damper 89 of a pair is infixed between 37 and the warm shaft 55 (the 1st shaft 61 and the 2nd shaft 65) — warm one — the moment the tooth flank of 37 collided with the tooth flank of a worm gear 39 — warm one — while 37 carries out elastic deformation of the body 91 of a damper, it moves to specified quantity shaft orientations, and thereby, the noise (tap tone) is controlled sharply. In addition, a worm 37 moves until it contacts the flange 73 of the 1st shaft 61, or the end face side of the 2nd shaft 65.

[0027] On the other hand, with this operation gestalt, the 1st shaft 61 of the warm shaft 55 and the 2nd shaft 65 are energized in the direction which carries out phase estrangement according to the spring force of the compression coil spring 71 contained by the spring maintenance hole 69. Therefore, while the 1st shaft 61 energizes the inner ring of spiral wound gasket of the 1st bearing 59 to a end face side by predetermined thrust through a flange 73, the 2nd shaft 65 is also energizing the inner ring of spiral wound gasket of the 2nd bearing 63 to the tip side by predetermined thrust through a flange 75. Thereby, predetermined precompression is given to the 1st bearing 59 and the 2nd bearing 63, and generating of an allophone and the fall of a bearing life are prevented. In addition, in this operation gestalt, it is possible to acquire a desired precompression value with a spring constant, preparative pressure contraction amount, etc. of a compression coil spring 71.

[0028] Drawing 3 is drawing of longitudinal section of the reduction gearbox concerning the 2nd operation gestalt. Although this whole operation gestalt configuration is the same as that of the 1st operation gestalt mentioned above and abbreviation as shown in this drawing, the locations of the energization means slack compression coil spring 71 etc. differ. For example, in the 2nd operation gestalt, while the 1st shaft 61 is comparatively formed in short length, the 2nd shaft 65 is comparatively formed in a long picture, and the end face of the 2nd shaft 65 is inserting in \*\*\*\*\* 101 drilled in the axis of the 1st shaft 61. And the compression coil spring 71 is contained by the spring maintenance hole 103 drilled in the end face section of the 2nd shaft 65. Moreover, the male serration 107 which the female serration 105 was formed in the tip side of the 1st shaft 61, and was formed in this female serration 105 at the end face of a worm 37 has fitted in. Although the 2nd operation gestalt has some difference in a configuration in this way, the operation is completely the same as that of the 1st operation gestalt mentioned above.

[0029] Drawing 4 is drawing of longitudinal section of the reduction gearbox concerning the 3rd operation gestalt, and drawing 5 is drawing of longitudinal section of the reduction gearbox concerning the 4th operation gestalt. Although 3 and the whole 4th operation gestalt configuration are the same as that of the 1st and 2nd operation gestalt mentioned above and abbreviation as shown in these drawings, as a buffer means, it replaces with the rubber damper of the 1st and 2nd operation gestalt, and the magnetic repulsion device 115 which consists of a permanent magnet 111,113 of a pair is adopted. That is, in the edge of a worm 37, outer fitting and fixing of a permanent magnet 111 were done in the form which contacts the 1st and 2nd flange 85 and 97, and the permanent magnet 113 has fixed to the flange 73 of the 1st shaft 61, and the flange 75 of the 2nd shaft 65.

[0030] Although it is the same article which has a polarity in shaft orientations, both the permanent magnets 111,113 are assembled so that the same pole (the south pole or N pole) may confront each other. Thereby, magnetic repulsive force occurs among both the permanent magnets 111,113, and a worm 37 is held between the 1st shaft 61 and the 2nd shaft 65. In this operation gestalt, if a worm gear 39 and a worm 37 collide at the time of steering reversal etc. and a worm 37 moves to shaft orientations, both permanent magnet 111,113 of one magnetic repulsion device 115 will approach or contact. If the value of the magnetism of a permanent magnet 111,113 is suitably set up in that case, the collision of both permanent magnet 111,113 can be avoided or mitigated, fully stopping the tap tone of a worm 37 and a worm gear 39. With this operation gestalt, since the elastic body is not used as a buffer means, even if operation over a long period of time is performed, there are the features that buffer performance degradation cannot happen easily.

[0031] Drawing 6 is the important section enlarged vertical longitudinal sectional view of the reduction gearbox concerning the 5th operation gestalt. Although the configuration of this operation gestalt is the same as that of the 2nd operation gestalt mentioned above, as an energization means, it replaces with a compression coil spring and the disk spring 121,123 of a pair is adopted. A disk spring 121,123 arranges the same elegance back to back, and even if it lessens thickness of shaft orientations, it can acquire the comparatively big spring force (namely, the amount of precompression). Moreover, since there is also no need of processing a spring maintenance hole into the 1st shaft 61 or the 2nd shaft 65, a manufacturing cost can also be reduced.

[0032] Although explanation of a concrete operation gestalt is finished above, the mode of this invention is not restricted to the above-mentioned operation gestalt. For example, as an energization means, the disk spring of the 5th operation gestalt may be adopted as the 1st or 3rd, and 4th operation gestalt, and things other than a compression coil spring or a disk spring may be used. Moreover, as a buffer means, it may replace with an elastic body or a magnetic repulsion device, and a compression coil spring, compressible fluid, etc. may be used. Moreover, although serration was used for connection at a shaft and a warm shaft, or connection at the 1st shaft and the 2nd shaft and the deep groove ball bearing was used as bearing with each above-mentioned operation gestalt, a spline etc. may be used for connection and an angular contact ball bearing, tapered-roller bearing, etc. may be used as bearing. Furthermore, also about the concrete configuration and worm of a reduction gearbox, or the concrete configuration of a warm shaft, if it is the range which does not deviate from the main point of this invention, it can change suitably.

[0033]

[Effect of the Invention] As stated above, according to the electric power-steering equipment concerning this invention It is electric power-steering equipment to which transmit the driving force of an electric motor to a steering shaft through a worm moderation device, and steering assistance is made to perform. An electric motor, The worm shaft which was connected with the shaft of this electric motor possible [ \*\*\*\*\* ] only for shaft orientations, and was supported by the 1st and 2nd bearing free [ rotation ], While gearing with the worm formed in the periphery of this worm shaft to this worm It has the worm gear connected with the steering shaft. Said worm shaft as a component It writes as what has an energization means to generate the energization force of making shaft orientations estranging the 1st shaft supported by said 1st bearing, the 2nd shaft supported by said 2nd bearing, and the 1st shaft and the 2nd shaft concerned concerned. It becomes possible to give proper precompression to the 1st bearing and the 2nd bearing with the worm shaft itself, and generating of an allophone and the fall of a bearing life are prevented. Moreover, while said worm is attached outside said worm shaft possible [ \*\*\*\*\* ] in a predetermined successive range at shaft orientations, in the thing equipped with a buffer means to perform the buffer at the time of the reversal of the migration direction to the worm shaft concerned of the worm concerned, the noise by the collision with a worm and a worm shaft is controlled sharply.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the side elevation showing a part for the vehicle room flank of the steering system concerning the 1st operation gestalt.

[Drawing 2] It is drawing of longitudinal section of the reduction gearbox in this operation gestalt.

[Drawing 3] It is drawing of longitudinal section of the reduction gearbox in the 2nd operation gestalt.

[Drawing 4] It is drawing of longitudinal section of the reduction gearbox in the 3rd operation gestalt.

[Drawing 5] It is drawing of longitudinal section of the reduction gearbox in the 4th operation gestalt.

[Drawing 6] It is the important section enlarged vertical longitudinal sectional view of the reduction gearbox in the 5th operation gestalt.

## [Description of Notations]

11 .... Reduction gearbox

35 .... Electric motor

37 .... Worm

39 .... Worm gear

51 .... Shaft

53 .... Female serration

55 .... Worm shaft

57 .... Male serration

59 .... The 1st bearing

61 .... The 1st shaft

63 .... The 2nd bearing

65 .... The 2nd shaft

71 .... Compression coil spring

73 75 .... Flange

81 .... Male serration

83 .... Female serration

85 .... The 1st flange

89 .... Rubber damper

97 .... The 2nd flange

105 .... Female serration

107 .... Male serration

111,113 .... Permanent magnet

115 .... Magnetic repulsion device

121,123 .... Disk spring

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-72565

(P2003-72565A)

(43) 公開日 平成15年3月12日 (2003.3.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 6 2 D	5/04	B 6 2 D 5/04	3 D 0 3 3
F 1 6 C	3/03	F 1 6 C 3/03	3 J 0 0 9
F 1 6 D	3/06	F 1 6 D 3/06	Z 3 J 0 3 3
F 1 6 H	1/16	F 1 6 H 1/16	Z 5 H 6 0 7
H 0 2 K	7/116	H 0 2 K 7/116	

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-263449(P2001-263449)

(22) 出願日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 瀬川 徹

群馬県前橋市島羽町78番地 日本精工株式会社内

(72) 発明者 力石 一穂

群馬県前橋市島羽町78番地 日本精工株式会社内

(74) 代理人 100077919

弁理士 井上 義雄

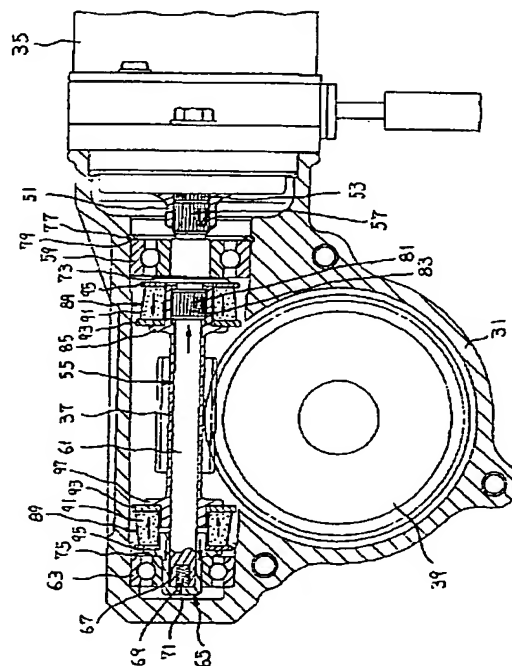
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 ウォームやウォームシャフトを軸受に対して弾性支持した場合等においても、軸受に適正な予圧を付与することができるようにした電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】 ウォームシャフト55は、基端側の第1軸受59に支持された比較的長尺の第1シャフト61と、先端側の第2軸受63に支持された比較的短尺の第2シャフト65とからなっており、第2シャフト65の軸芯に穿設された底付穴67に第1シャフト61の先端が摺動自在に嵌入している。また、第1シャフト61には、その先端にスプリング保持穴69が穿設されており、このスプリング保持穴69に圧縮コイルばね71が所定量圧縮された状態で収納されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電動モータの駆動力をウォーム減速機構を介してステアリングシャフトに伝達して操舵アシストを行わせる電動パワーステアリング装置であって、電動モータと、

この電動モータのモータシャフトに軸方向のみ相対動可能に連結され、第1および第2軸受に回転自在に支持されたウォームシャフトと、

このウォームシャフトの外周に形成されたウォームと、このウォームに噛み合うと共に、ステアリングシャフトに連結されたウォームホイールとを備え、

前記ウォームシャフトが、構成要素として、前記第1軸受に支持された第1シャフトと、前記第2軸受に支持された第2シャフトと、当該第1シャフトと当該第2シャフトとを軸方向に離間させる付勢力を発生する付勢手段とを有することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項2】前記付勢手段が前記第1シャフトと前記第2シャフトとの間に介装された圧縮コイルばねであることを特徴とする、請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項3】前記付勢手段が前記第1シャフトと前記第2シャフトとの間に介装された皿ばねであることを特徴とする、請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項4】前記ウォームが前記ウォームシャフトに所定の移動範囲で軸方向に相対動可能に外嵌すると共に、当該ウォームの当該ウォームシャフトに対する移動方向の反転時における緩衝を行う緩衝手段を備えたことを特徴とする、請求項1～3のいずれか一項に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項5】前記緩衝手段が前記ウォームと前記ウォームシャフトとの間に介装された弾性体であることを特徴とする、請求項4記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項6】前記緩衝手段が前記ウォームと前記ウォームシャフトとの間に介装された磁性反発機構であることを特徴とする、請求項4記載の電動パワーステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ウォーム減速機構を有する電動パワーステアリング装置に係り、特に、ウォームシャフト支持用の軸受に適正な予圧を与える技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】自動車の操舵系では、外部動力源を用いて操舵アシストを行わせる、いわゆるパワーステアリング装置が広く採用されている。従来、パワーステアリング装置用の動力源としては、ベーン方式の油圧ポンプが用いられており、この油圧ポンプをエンジンにより駆動するものが多かった。ところが、この種のパワーステア

リング装置は、油圧ポンプを常時駆動することによるエンジンの駆動損失が大きい（最大負荷時において、数馬力～十馬力程度）ため、小排気量の軽自動車等への採用が難しく、比較的大排気量の自動車でも走行燃費が無視できないほど低下することが避けられなかった。

【0003】そこで、これらの問題を解決するものとして、電動モータを動力源とする電動パワーステアリング装置（Electric Power Steering、以下EPSと記す）が近年注目されている。EPSには、電動モータの電源に車載バッテリーを用いるために直接的なエンジンの駆動損失が無く、電動モータが操舵アシスト時にのみに起動されるために走行燃費の低下も抑えられる他、電子制御が極めて容易に行える等の特長がある。

【0004】EPSは、電動モータの装着部位によってコラムアシスト型やビニオンアシスト型等に分類され、その型式に応じてステアリングシャフトやステアリングギヤビニオン等に対してアシストが行われる。コラムアシスト型のEPSでは、ステアリングコラムの一部が減速ギヤボックスにより形成され、この減速ギヤボックスに電動モータが取り付けられている。電動モータの回転は、減速ギヤボックスに収納された動力伝達手段たるウォーム減速機構により減速された後、ステアリングシャフトの一部を形成するアウトプットシャフトに伝達される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】動力伝達手段としてウォーム減速機構を採用した場合、ウォームとウォームホイールとの歯面間には適度なバックラッシュを設定する必要がある。例えば、バックラッシュが小さ過ぎれば、噛み合う歯同士が競り合いを起し、摩擦トルクの増大によりハンドルの戻りが悪くなる。一方、バックラッシュが必要以上に大きければ、歯同士の競り合い等は生じなくなるが、操舵反転時や悪路走行時にウォームの歯面とウォームホイールの歯面とが衝突し、比較的大きな叩き音が生ずる。叩き音は、噛み合うギヤの材質や剛性によっても音質が変化し、またバックラッシュが大きいほど大きくなる傾向にある。特に、ウォームとウォームホイールとが共に鋼を素材とする場合、叩き音は耳障りな衝撃音となって、運転者に不快感を与える。

【0006】そこで、特開平10-281235号公報等には、ウォームをハウジングに軸直角方向に移動可能に保持させると共に、弾性部材によってウォームをホイールに押し付け、これにより、打撃音の要因となるバックラッシュ自体を無くすものが提案されている。ところが、EPSにおいては、操舵が微量でかつ反転が繰り返される直進走行時等には、制御ハンチング等を防ぐべくパワーアシストを実行せず、ステアリングホイールからの操舵力のみが出力軸に伝達される。この場合、上記従来装置のように、ウォームの歯面をウォームホイールの歯面に押し付ける構成を採った場合、噛み合う歯面

間で競り合いが起こることになり、作動トルクが非常に大きくなってステアリングホイールの操作性や復帰性(戻り)が悪くなる問題が生じる。

【0007】そこで、本発明者等は、特開平11-43062号公報や特開平11-171027号公報等において、ウォームをハウジングに対して軸方向に移動可能に保持させると共に、ウォームと一体となったウォームシャフトと軸受との間に弾性体を介装させ、これにより、ウォームの歯面とウォームホイールの歯面とが衝突した際にウォームを軸方向に移動させながら緩衝を行い、衝撃音を低減させるものを提案した。更に、本発明者等は、ウォームシャフトに軸方向のみ移動可能に低質量のウォームを外嵌させると共に、ウォームと軸受との間に弾性体を介装させ、これにより、ウォームの歯面とウォームホイールの歯面とが衝突した際にウォームを軸方向に移動させながら緩衝を行い、ウォームの軽量化により衝撃音をより低減させるものを開発した。

【0008】ところが、このようにウォームシャフト(あるいは、ウォーム)と軸受との間に弾性体を介装させる構成を採った場合、軸受に適正な予圧を与えることができなかった。通常、ウォームシャフトの支持に深溝玉軸受等を用いる場合、軸受からの異音防止や軸受寿命の向上を図るべく、軸受に所定量の予圧を与えて内外輪と転動体とを圧接させる必要があるが、この構成では予圧の値は弾性体の剛性(ばね常数)により決定される。そのため、適正な予圧を与えるためには、比較的高剛性の弾性体を用いることが望ましいことになるが、ウォームとウォームホイールとの衝突時の緩衝性能を考慮すると弾性体の剛性をむやみに高くすることができなかった。すなわち、ウォームの歯面とウォームホイールの歯面との衝突音の十分な抑制を実現した場合、弾性体の剛性を適正な予圧を軸受に与えられる値に設定することができず、軸受からの異音や軸受寿命の低下を余儀なくされるのである。

【0009】本発明は、上記状況に鑑みなされたもので、ウォームやウォームシャフトを軸受に対して弾性支持した場合等においても、軸受に適正な予圧を付与することができるようにした電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明では、上記課題を解決するべく、電動モータの駆動力をウォーム減速機構を介してステアリングシャフトに伝達して操舵アシストを行わせる電動パワーステアリング装置であって、電動モータと、この電動モータのモータシャフトに軸方向のみ相対動可能に連結され、第1および第2軸受に回転自在に支持されたウォームシャフトと、このウォームシャフトの外周に形成されたウォームと、このウォームに噛み合うと共に、ステアリングシャフトに連結されたウォームホイールとを備え、前記ウォームシャフト

が、構成要素として、前記第1軸受に支持された第1シャフトと、前記第2軸受に支持された第2シャフトと、当該第1シャフトと当該第2シャフトとを軸方向に離間させる付勢力を発生する付勢手段とを有するものを提案する。

【0011】また、請求項2の発明では、請求項1の電動パワーステアリング装置において、前記付勢手段が前記第1シャフトと前記第2シャフトとの間に介装された圧縮コイルばねであるものを提案する。

10 【0012】また、請求項3の発明では、請求項1の電動パワーステアリング装置において、前記付勢手段が前記第1シャフトと前記第2シャフトとの間に介装された皿ばねであるものを提案する。

【0013】また、請求項4の発明では、請求項1～3の電動パワーステアリング装置において、前記ウォームが前記ウォームシャフトに所定の移動範囲で軸方向に相対動可能に外嵌すると共に、当該ウォームの当該ウォームシャフトに対する移動方向の反転時における緩衝を行う緩衝手段を備えたものを提案する。

20 【0014】また、請求項5の発明では、請求項4の電動パワーステアリング装置において、前記緩衝手段が前記ウォームと前記ウォームシャフトとの間に介装された弾性体であるものを提案する。

【0015】また、請求項6の発明では、請求項4の電動パワーステアリング装置において、前記緩衝手段が前記ウォームと前記ウォームシャフトとの間に介装された磁性反発機構であるものを提案する。

【0016】

30 【発明の実施の形態】以下、本発明のいくつかの実施形態を図面を参照して説明する。図1は、第1実施形態に係るステアリング装置の車室側部分を示す側面図であり、同図中の符号1は傾斜配置されたステアリングコラムを示す。ステアリングコラム1は、鋼板製のアッパブラケット3を介して車体側メンバ5に固定された鋼管製のアッパステアリングコラム(以下、アッパコラムと略称する)7と、鋼板製のロアブラケット9を介して車体側メンバ5に固定されたアルミ合金鋳造品の減速ギヤボックス11とから構成されている。

40 【0017】本実施形態のステアリング装置には衝撃吸収機構(コラプシブル機構)が組み込まれており、二次衝突時等に図示しない樹脂ピンが破断してアッパコラム7が脱落するが、煩雑になるためその詳細は省略する。図中、符号13で示した部材は、アッパコラム7と減速ギヤボックス11との間に介装された衝撃エネルギー吸収用の鋼板製ベローズである。

【0018】アッパコラム7にはアッパステアリングシャフト15が回転自在に支持されており、減速ギヤボックス11にはアウトプットシャフト17が回転自在に支持されている。また、アッパステアリングシャフト15の後端にはステアリングホイール19が装着される一

方、アウトプットシャフト 17 の前端にはユニバーサルジョイント 21 を介してロアステアリングシャフト 23 が連結されている。

【0019】減速ギヤボックス 11 は、銅板製ベローズ 13 が上端に固着されたギヤボックス本体 31 と、ロアブラケット 9 と共にギヤボックス本体 31 にボルト締めされたギヤボックスカバー 33 とからなっている。ギヤボックス本体 31 には、電動モータ 35 がその側面に取り付けられる他、ウォーム 37 やウォームホイール 39 等からなるウォーム減速機構やトルクセンサ（図示せず）が内蔵されている。また、ギヤボックスカバー 33 には、アウトプットシャフト 17 を回動自在に支持するべく、前後一対のベアリング 41、43 が保持されている。

【0020】図 2 は減速ギヤボックスの縦断面図である。この図に示したように、電動モータ 35 のモータシャフト 51 は、その軸芯に雌セレーション 53 が穿設されており、この雌セレーション 53 にウォームシャフト 55 の端部に形成された雄セレーション 57 が摺動自在に嵌合している。尚、説明の便宜上、図 2 においては、右側を基端側とし、左側を先端側とする。

【0021】ウォームシャフト 55 は、基端側（電動モータ 35 側）の第 1 軸受（深溝玉軸受）59 に支持された比較的長尺の第 1 シャフト 61 と、先端側の第 2 軸受（深溝玉軸受）63 に支持された比較的短尺の第 2 シャフト 65 とからなっており、第 2 シャフト 65 の軸芯に穿設された底付穴 67 に第 1 シャフト 61 の先端が摺動自在に嵌入している。また、第 1 シャフト 61 には、その先端にスプリング保持穴 69 が穿設されており、このスプリング保持穴 69 に本実施形態の付勢手段たる圧縮

コイルばね 71 が所定量圧縮された状態で収納されている。

【0022】図 2 中の符号 73 は第 1 シャフト 61 の基端寄りの部位に形成されたフランジを示しており、このフランジ 73 が第 1 軸受 59 の内輪に当接している。また、符号 75 は第 2 シャフト 65 に形成されたフランジを示しており、このフランジ 75 が第 2 軸受 63 の内輪に当接している。図中、符号 77 で示した部材は第 1 軸受 59 の外輪を係止する止め輪であり、ギヤボックス本体 31 に形成された環状溝 79 に嵌入している。

【0023】第 1 シャフト 61 には、中空のウォーム 37 が軸方向摺動自在に外嵌すると共に、フランジ 73 の近傍に雄セレーション 81 が形成され、この雄セレーション 81 にウォーム 37 の端部に形成された雌セレーション 83 が嵌合している。

【0024】ウォーム 37 には、その基端側に第 1 フランジ 85 が形成されており、この第 1 フランジ 85 と第 1 シャフト 61 のフランジ 73 との間に本実施形態の緩衝手段たるゴムダンパー 89 が介装されている。ゴムダンパー 89 は、合成ゴムを素材とするダンパー本体 91

と、ダンパー本体の両端に加硫接着された銅板製のワッシャ 93、95 とからなっている。また、ウォーム 37 には、その先端側に第 2 フランジ 97 が形成されており、この第 2 フランジ 97 と第 2 シャフト 65 のフランジ 75 との間にもゴムダンパー 89 が介装されている。

【0025】以下、第 1 実施形態の作用を述べる。運転者がステアリングホイール 19 を回転させると、アップステアリングシャフト 15 およびアウトプットシャフト 17、ロアステアリングシャフト 23 を介して、その回転力が図示しないステアリングギヤに伝達される。ステアリングギヤ内には、回転入力を直線運動に変換するラックアンドピニオン機構等が内蔵されており、タイロッドを介して車輪の舵角が変動して操舵が行われる。この際、図示しないトルクセンサの検出信号や車速等に基づき電動モータ 35 が正逆いずれかの方向に所定の回転トルクをもって回転し、その回転が減速ギヤ機構を介してアウトプットシャフト 17 に伝達され、これにより操舵アシストが行われる。

【0026】さて、自動車の走行中に運転者が操舵方向を反転させたり、路面からの振動が入力した場合、ウォームホイール 39 が反転し、ウォームホイール 39 の歯面はバックラッシュの分だけ遊動した後ウォーム 37 の歯面と衝突する。ところが、本実施形態では、ウォーム 37 とウォームシャフト 55（第 1 シャフト 61 および第 2 シャフト 65）との間に一対のゴムダンパー 89 が介装されているため、ウォーム 37 の歯面がウォームホイール 39 の歯面と衝突した瞬間にウォーム 37 がダンパー本体 91 を弾性変形させながら所定量軸方向に移動し、これにより騒音（打音）が大幅に抑制されるのである。尚、ウォーム 37 は、第 1 シャフト 61 のフランジ 73 あるいは第 2 シャフト 65 の基端面に当接するまで移動する。

【0027】一方、本実施形態では、ウォームシャフト 55 の第 1 シャフト 61 と第 2 シャフト 65 とは、スプリング保持穴 69 に収納された圧縮コイルばね 71 のばね力により相離反する方向に付勢されている。そのため、第 1 シャフト 61 がフランジ 73 を介して第 1 軸受 59 の内輪を所定の押圧力で基端側に付勢する一方、第 2 シャフト 65 もフランジ 75 を介して第 2 軸受 63 の内輪を所定の押圧力で先端側に付勢している。これにより、第 1 軸受 59 および第 2 軸受 63 は、所定の予圧を付与され、異音の発生や軸受寿命の低下が防止されるのである。尚、本実施形態においては、圧縮コイルばね 71 のばね常数や予備圧縮量等により所望の予圧値を得ることが可能である。

【0028】図 3 は、第 2 実施形態に係る減速ギヤボックスの縦断面図である。この図に示したように、本実施形態の全体構成は上述した第 1 実施形態と略同様であるが、付勢手段たる圧縮コイルばね 71 の位置等が異なっている。例えば、第 2 実施形態においては、第 1 シャフ

ト61が比較的短尺に形成される一方、第2シャフト65が比較的長尺に形成され、第1シャフト61の軸芯に穿設された底付穴101に第2シャフト65の基端が嵌入している。そして、圧縮コイルばね71は、第2シャフト65の基端部に穿設されたスプリング保持穴103に収納されている。また、第1シャフト61の先端側には雌セレーション105が形成され、この雌セレーション105にウォーム37の基端に形成された雄セレーション107が嵌合している。第2実施形態は、このように構成に若干の相違があるが、その作用は上述した第1実施形態と全く同一である。

【0029】図4は第3実施形態に係る減速ギヤボックスの縦断面図であり、図5は第4実施形態に係る減速ギヤボックスの縦断面図である。これらの図に示したように、3、第4本実施形態の全体構成は上述した第1、第2実施形態と略同様であるが、緩衝手段として、第1、第2実施形態のゴムダンパーに代えて、一対の永久磁石111、113からなる磁性反発機構115が採用されている。すなわち、ウォーム37の端部には第1、第2フランジ85、97に当接するかたちで永久磁石111が外嵌・固着され、第1シャフト61のフランジ73と第2シャフト65のフランジ75とは永久磁石113が固着されている。

【0030】両永久磁石111、113は、軸方向に極性を有する同一品であるが、同一極（S極あるいはN極）が対峙するように組み立てられている。これにより、両永久磁石111、113間には磁性反発力が生じられ、ウォーム37が第1シャフト61と第2シャフト65との間に保持される。本実施形態においては、操舵反転時等にウォームホイール39とウォーム37とが衝突してウォーム37が軸方向に移動すると、一方の磁性反発機構115の両永久磁石111、113どうしが接近あるいは当接する。その際、永久磁石111、113の磁力の値を適宜設定しておけば、ウォーム37とウォームホイール39との打音を十分に抑えながら、両永久磁石111、113どうしの衝突を回避あるいは軽減することができる。本実施形態では、緩衝手段として弾性体を用いていないため、長期間に亘る運転が行われても、緩衝性能の低下が起り難い特長がある。

【0031】図6は第5実施形態に係る減速ギヤボックスの要部拡大縦断面図である。本実施形態の構成は前述した第2実施形態と同様であるが、付勢手段として、圧縮コイルばねに代えて、一対の皿ばね121、123が採用されている。皿ばね121、123は、同一品を背中合わせに配置したものであり、軸方向の厚みを少なくしても比較的大きなばね力（すなわち、予圧重）を得られる。また、スプリング保持穴を第1シャフト61や第2シャフト65に加工する必要も無いため、製造コストも低減できる。

【0032】以上で具体的実施形態の説明を終えるが、

本発明の態様は上記実施形態に限られるものではない。例えば、付勢手段として、第5実施形態の皿ばねを第1あるいは第3、第4実施形態に採用してもよいし、圧縮コイルばねや皿ばね以外のものを用いてもよい。また、緩衝手段として、弾性体や磁性反発機構に代えて、圧縮コイルばねや圧縮性流体等を用いてもよい。また、上記各実施形態では、モータシャフトとウォームシャフトとの連結や第1シャフトと第2シャフトとの連結にセレーションを用い、軸受として深溝玉軸受を用いたが、連結にスプライン等を用いてもよいし、軸受としてアンギュラ玉軸受やテーパロー軸受等を用いてもよい。更に、減速ギヤボックスの具体的構成やウォームやウォームシャフトの具体的形状等についても、本発明の主旨を逸脱しない範囲であれば適宜変更可能である。

【0033】

【発明の効果】以上述べたように、本発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、電動モータの駆動力をウォーム減速機構を介してステアリングシャフトに伝達して操舵アシストを行わせる電動パワーステアリング装置であって、電動モータと、この電動モータのモータシャフトに軸方向のみ相対動可能に連結され、第1および第2軸受に回転自在に支持されたウォームシャフトと、このウォームシャフトの外周に形成されたウォームと、このウォームに噛み合うと共に、ステアリングシャフトに連結されたウォームホイールとを備え、前記ウォームシャフトが、構成要素として、前記第1軸受に支持された第1シャフトと、前記第2軸受に支持された第2シャフトと、当該第1シャフトと当該第2シャフトとを軸方向に離間させる付勢力を発生する付勢手段とを有するものとしたため、ウォームシャフト自体で第1軸受および第2軸受に適正な予圧を付与することが可能となり、異音の発生や軸受寿命の低下が防止される。また、前記ウォームが前記ウォームシャフトに所定の移動範囲で軸方向に相対動可能に外嵌すると共に、当該ウォームの当該ウォームシャフトに対する移動方向の反転時における緩衝を行う緩衝手段を備えたものにおいては、ウォームとウォームシャフトとの衝突による騒音が大幅に抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係るステアリング装置の車室側部分を示す側面図である。

【図2】同実施形態における減速ギヤボックスの縦断面図である。

【図3】第2実施形態における減速ギヤボックスの縦断面図である。

【図4】第3実施形態における減速ギヤボックスの縦断面図である。

【図5】第4実施形態における減速ギヤボックスの縦断面図である。

【図6】第5実施形態における減速ギヤボックスの要部

拡大縦断面図である。

【符号の説明】

11・・・減速ギヤボックス  
 35・・・電動モータ  
 37・・・ウォーム  
 39・・・ウォームホイール  
 51・・・モータシャフト  
 53・・・雌セレーション  
 55・・・ウォームシャフト  
 57・・・雄セレーション  
 59・・・第1軸受  
 61・・・第1シャフト  
 63・・・第2軸受

\* 65・・・第2シャフト

71・・・圧縮コイルばね

73, 75・・・フランジ

81・・・雄セレーション

83・・・雌セレーション

85・・・第1フランジ

89・・・ゴムダンパー

97・・・第2フランジ

105・・・雌セレーション

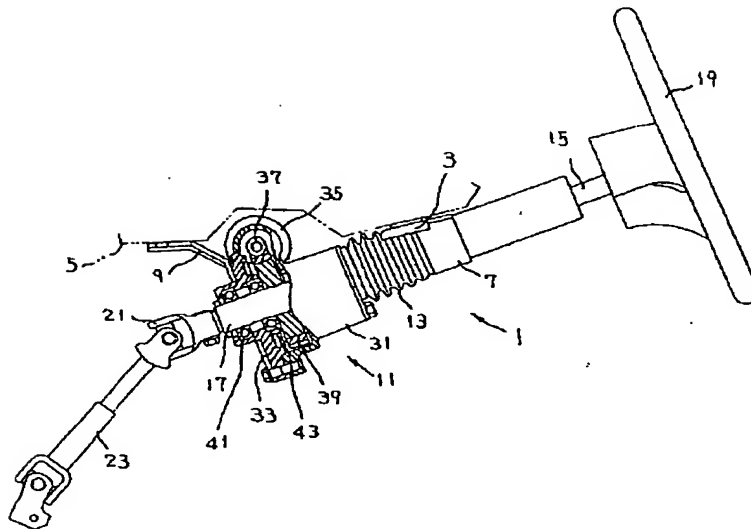
107・・・雄セレーション

111, 113・・・永久磁石

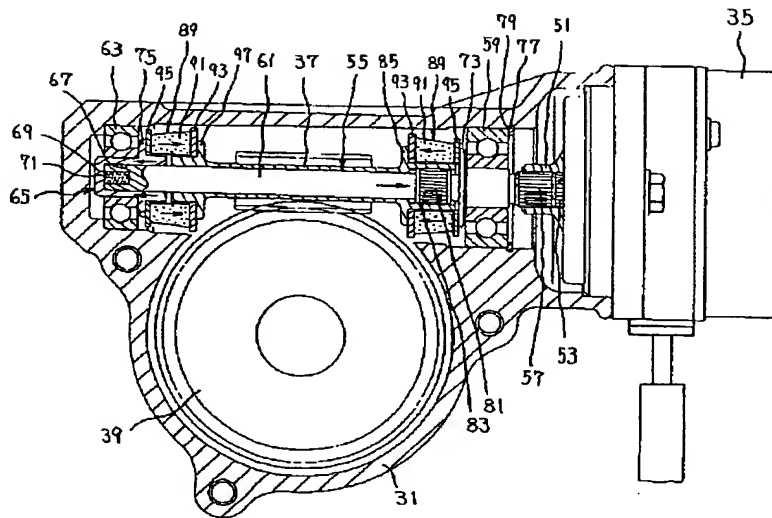
115・・・磁性反発機構

\* 121, 123・・・皿ばね

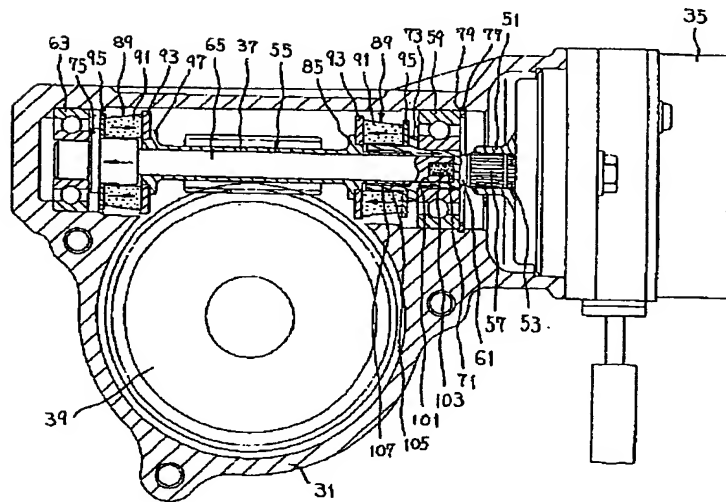
【図1】



【図2】

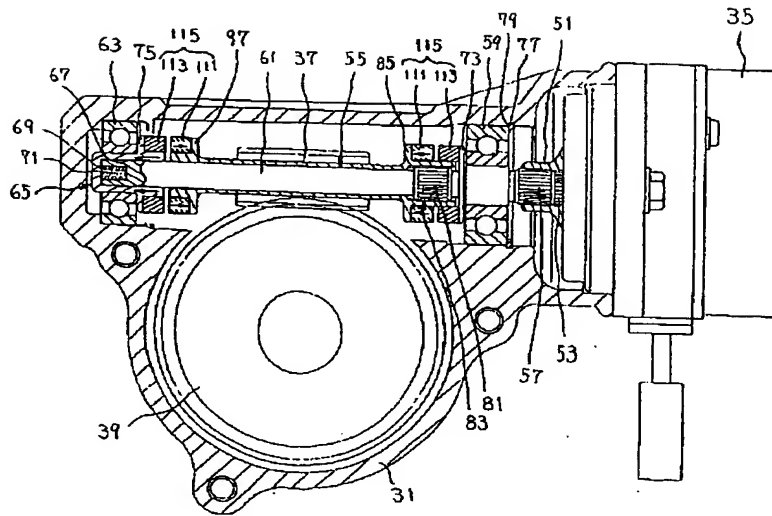


【図3】

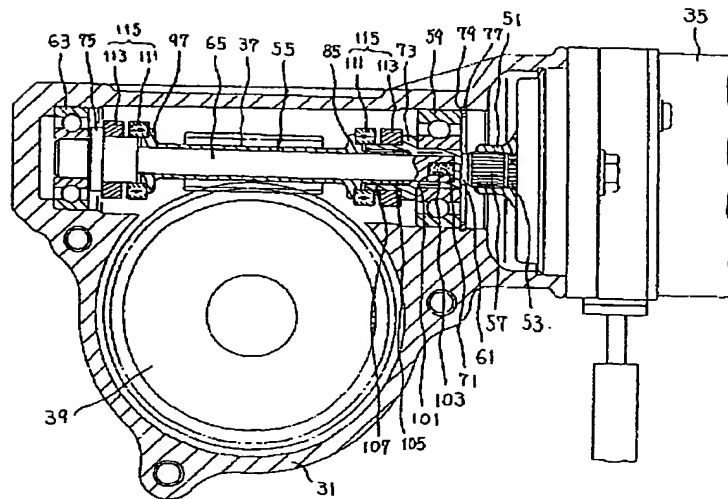




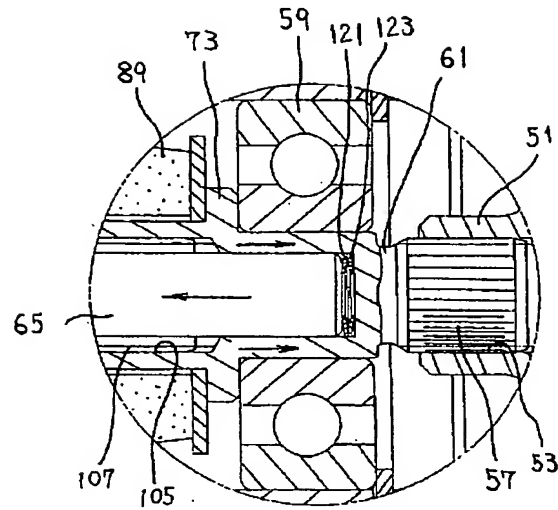
【図4】



【図5】



【図6】




---

フロントページの続き

F ターム(参考) 3D033 CA04  
 3J009 EA06 EA19 EA23 EA32 EB20  
 EC06 EC07 FA04 FA14  
 3J033 AA01 BA04 BA05 BA08 BB04  
 BC10  
 SH607 AA04 BB01 CC01 CC03 DD17  
 EE32 EE36 EE52

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**